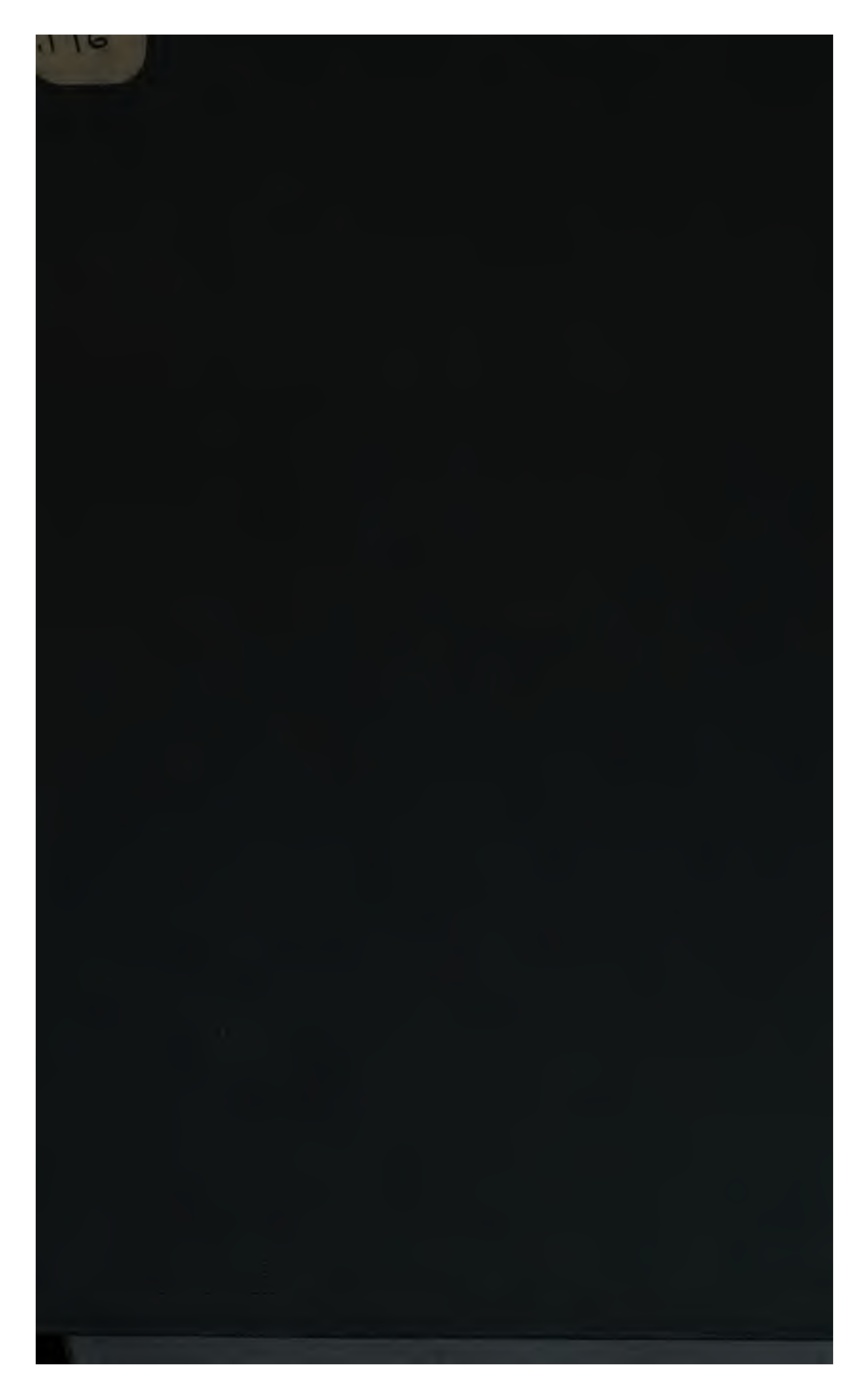



THE LIBRARY OF CONGRESS
1800

Conférence du mars 1902, à la Société
de Navigation Aérienne.

PROJET

D'AÉROSTAT MIXTE

à densité variable

et à volume constant

indéformable

PAR

LE Dr ALFRED MORA



PARIS
IMPRIMERIE G. CAMPROGER, 52, RUE DE PROVENCE
—
1902

PROJET

D'AÉROSTAT MIXTE

à densité variable
et à volume constant
indéformable

M. LE PRÉSIDENT, MESDAMES, MESSIEURS,

Suivant nous, voici les conditions que doit remplir un aérostat dirigeable

Il doit :

1° Tenir l'équilibre à hauteur voulue ;

2° Offrir à l'air la moindre prise, la moindre résistance ;

3° Pouvoir évoluer en tous sens à volonté ;

4° Être habitable.

Ces quatre points nous conduisent à étudier :

(a) Les conditions d'équilibre vertical d'un corps dans un fluide à densité variable ;

(b) La résistance de l'air sur les surfaces planes, angulaires ou courbes ;

(c) La force motrice, les engins de propulsion capables de créer et d'utiliser la réaction élastique de l'air ;

(d) La forme, l'architecture, la distribution de l'aéronef et de ses dépendances.

Equilibre vertical

La condition nécessaire et suffisante pour qu'un ballon soit en équilibre dans une couche atmosphérique à une altitude

voulue est donnée (1) par la relation suivante P (*m*) + P (*g*) = P (*a*). Or P (*m*) est constant ou à peu pres ; seul P (*a*) et P (*g*) sont variables et leur différence devrait rester constante et égale à P (*m*). Mais P (*a*) varie avec la hauteur barométrique et avec la température ; il tend à diminuer à mesure qu'on s'élève, tandis que P (*g*) étant enfermé dans un récipient clos, extensible, mais supposé étanche conserve sa valeur ou à peu près. Donc la différence P (*a*) — P (*g*) diminue, et l'équilibre vertical est rompu. Il faut donc relever P (*a*) qui est fonction du volume et de la densité : le volume lui-même est fonction de la pression et de la température et comme nous ne pouvons faire varier la pression barométrique, nous ne pouvons agir que sur la température dont l'élévation dilatera le volume V (*g*) et par suite augmentera le poids de l'air déplacé. Il faut donc à volonté pouvoir réchauffer ou refroidir les fluides gazeux de l'aéronef.

C'est là le but que je me suis proposé et que j'espère avoir atteint dans la construction de mon appareil.

Forme de moindre résistance

Pour une vitesse donnée, la résistance de l'air à la translation horizontale d'un corps de poids donné est proportionnelle à l'angle d'attaque ou de pénétration de ce corps ; il faut donc le réduire au minimum pratique et que le corps présente à l'attaque de l'air une arête vive, à angle aigu : Les palmipèdes migrateurs, volant en herse, nous le prouvent. Pour que cette résistance soit constante, toutes choses égales d'ailleurs, il faut que la forme donnée à l'appareil soit invariable, indéformable ou ne subisse que des déformations voulues. Enfin il faut qu'il y ait solidarité complète entre l'appareil sustenteur et l'appareil moteur, l'un remorquant l'autre : sinon il y aura mauvaise utilisation des forces dépensées.

3°. — *Appareils de motricité*

Ces appareils doivent être aussi forts et aussi légers que

(1) P (*m*) = poids matériel.
P (*a*) = poids de l'air déplacé.
P (*g*) = poids du gaz.

possible et leur puissance devant produire la propulsion et l'élévation, doit être directement appliquée sur les axes de résistance à ces deux mouvements; c'est-à-dire sur le grand axe horizontal et sur l'axe vertical. La force développée devra donc actionner :

1° Deux hélices égales appliquées aux extrémités du grand axe horizontal et de diamètre suffisant pour tracer dans l'air la trouée nécessaire au passage de l'aérostat tout entier et en déterminer la propulsion;

2° Une hélice de compression verticale, prenant point d'appui sur l'air, à la partie inférieure de l'aérostat et agissant suivant l'axe vertical pour provoquer mécaniquement l'ascension.

La direction est assurée par un double gouvernail latéral situé à l'avant de chaque côté de la nacelle, ce qui permet d'accroître l'angle de résistance à droite ou à gauche et de dévier par suite à gauche ou à droite.

L'étude de la résistance de l'air à la translation d'un corps est très délicate et, malgré les travaux des plus grands noms scientifiques, elle est à peine ébauchée car il ne s'agit pas ici seulement de calculs, mais d'expériences à faire et à inventer. Au dernier congrès des sociétés savantes, M. Marque, professeur de physique au Lycée de Tulle a fait une communication très intéressante sur la compression de l'air par la vitesse du déplacement. Prenant un cylindre horizontal ouvert antérieurement et à fond muni d'une soupape s'ouvrant dans un double fond formant réservoir, il a fixé ce cylindre sur un appareil à rotation pouvant faire un très grand nombre de tours à la minute.

L'air engagé dans le cylindre s'y comprimait d'abord à $\frac{1}{15}$ $\frac{1}{10}$ $\frac{1}{5}$ d'atmosphère et pressant la soupape pénétrait dans le double fond-réservoir, muni d'un manomètre: or, lorsque le nombre des tours s'élevait à 20 ou 30 000 par minute, la pression dans le réservoir atteignait successivement 5, 10, 15 et même 20 atmosphères. Ces expériences prouvent donc que la tension élastique de l'air varie rapidement avec la vitesse qui produit ici le même effet que la pression directe :

elles montrent que, par la rotation d'une hélice, on peut momentanément comprimer l'air et lui donner par suite une réaction, une tension plus grande que celle de l'air ambiant et se créer ainsi, pour la propulsion ou l'élévation d'un corps plus lourd que l'air, un point d'appui momentané. D'ailleurs vous connaissez tous ce jouet des enfants qui consiste en une hélice libre sur un axe vertical à qui l'on imprime au moyen d'une ficelle que l'on tire brusquement un vif mouvement de rotation qui détermine l'envolée de l'hélice à plus de dix mètres de haut, c'est là une vieille expérience de plein air qui réussit toujours et qu'il convient d'étudier et de reprendre en grand.

Nous avons de notre côté fait à ce sujet quelques expériences précises relatées dans ma brochure *Aérautomobile et aérolocomotion*. De plus d'après des expériences graphiques, pour ainsi dire, nous avons fait constater d'une manière indiscutable l'action d'une hélice ascensionnelle.

Considérons l'hélice plane à deux branches obliques qui sert de jouet aux enfants : elle comprend 1° une partie médiane plane, par le centre de laquelle passe l'axe de rotation ; 2° deux parties élargies, terminales, relevées suivant une ligne oblique et sous un angle aigu. Si l'on détermine une rotation rapide de l'hélice, on produira un déplacement d'air variable avec la surface, l'obliquité et l angle d'inclinaison des faces terminales. Comme la théorie le fait prévoir, l'air frappant l'hélice avec une certaine force, une partie de cette force est absorbée par la résistance de l'hélice ; l'autre partie agit dans le sens contraire de l'axe de rotation et un peu obliquement.

La zone d'action est nettement limitée à la partie oblique et inclinée de l'hélice et a la même largeur que cette partie : elle peut être considérée comme comprise entre deux cylindres ou mieux deux troncs de cône de même axe, ayant pour rayons d'entrée, l'un la longueur plane de l'hélice, l'autre, cette même longueur plane augmentée de la portion oblique ou inclinée. La direction du courant d'air produit est celle des génératrices tronc-coniques.

Si l'on intercepte ce courant par une surface plane hori-

zontale, on constate : 1° une zone intérieure de courants circulaires centripètes ; 2° une zone extérieure de courants centrifuges rectilignes dans le prolongement des rayons de l'hélice. Cette zone extérieure est due à l'écrasement oblique du courant produit par l'hélice. Mais lorsqu'on n'intercepte pas le courant produit, on constate qu'il se propage en ligne droite suivant les génératrices d'un tronc de cône.

En fait et pratiquement l'action de l'hélice consiste en la production d'une cylindrée tronc-conique d'air déplacé en arrière d'autant plus rapidement que la vitesse de rotation de l'hélice est plus grande : la zone d'action est nettement limitée, surtout extérieurement, à l'air frappé par la partie inclinée de l'hélice, et l'air en dehors de cette zône ne paraît aucunement influencé, ni entrainé.

Il nous parait possible, par une construction convenable, d'établir des hélices de dispersion ou de condensation à volonté.

Quant à l'architecture du navire aérien, elle est commandée par les observations qui précèdent et doit répondre aux conditions suivantes :

1° Etre solide, indéformable, légère.

2° Assurer la stabilité verticale de l'équilibre.

3° Solidariser la résistance et la puissance.

4° Permettre la distribution et l'application facile de la force.

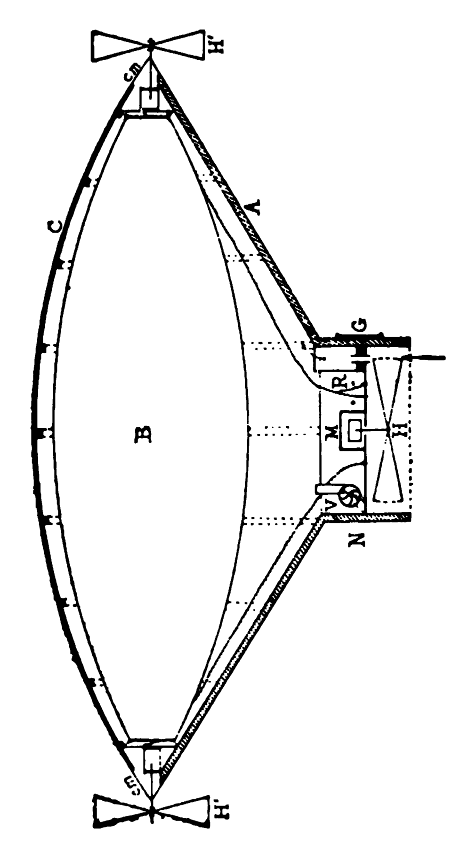
5° Attaquer l'air sous un angle convenable.

6° Assurer la sécurité et les aises des aéronautes.

Description de l'appareil présenté

Sur un bâti hexagonal allongé, remplaçant la nacelle traditionnelle, est fixée une ossature composée de plusieurs arceaux comme l'est la cage thoracique de l'oiseau. Ces arceaux sont réunis à leur sommet par une membrure ou épine dorsale et sur les côtés par une autre membrure remplaçant les apophyses uncinées qui solidarisent les côtes, chez l'oiseau et assurent l'indéformabilité de son thorax. Quant au bréchet sternal, il est ici représenté par une poutre oblique, triple, partant des trois sommets de l'hexagone-nacelle et conver-

geant avec l'épine dorsale exactement à l'extrémité du grand axe longitudinal passant par le centre du maitre-couple thoracique. Cette convergence est maintenue par un cône métallique à joues planes latéralement et se solidarisant par une cornière avec la poutre - bréchet. Cette disposition est symétrique, à l'arrière comme à l'avant.



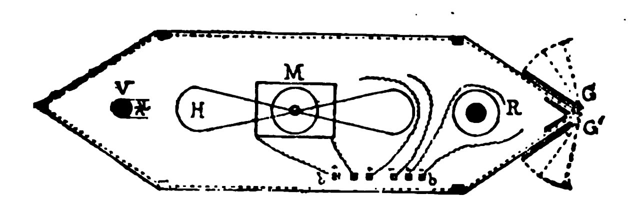
Cette ossature est complètement recouverte d'une étoffe légère imperméabilisée à l'eau par un simple bain d'huile; mais elle n'est pas imperméable aux gaz qui peuvent assez facilement la traverser, surtout les gaz légers. Introduisons dans cette enveloppe un ballon fuseau tronc-conique dont les deux extrémités sont solidement fixées aux deux dernières arcatures, à la base des cônes terminaux.

Ce ballon, destiné à renfermer le gaz d'éclairage ou le gaz hydrogène, doit être aussi étanche que possible : il pourra être partagé en trois compartiments par deux demi-cloisons en étoffe perméable de manière à n'opposer qu'un obstacle mécanique au déplacement du gaz en masse, déplacement peu probable avec la disposition adoptée. De légères sangles très résistantes formeront entre les arca-

tures un treillis à larges mailles destiné à supporter avec elles la traction du fuseau léger, traction qui sera transmise directement aux arcatures et par suite à la nacelle hexagonale. Dans notre esprit, il doit y avoir toujours un intervalle réel entre l'enveloppe extérieure et le fuseau intérieur, destiné à former une sorte de matelas d'air entre les deux. Ce ballon-fuseau muni de son tube de gonflement, se met en place complètement vide et aplati, se fixe aux deux arcatures extrêmes et se remplit apres. Les deux cônes sont reliés par des tendeurs métalliques de manière à les solidariser complètement : ils sont vides, percés à leur sommet, et aménagés spécialement pour un usage que nous allons exposer en parlant des moteurs.

Moteurs et organes de propulsion

Le moteur que nous emploierons est un moteur à essence ou à alcool carburé de préférence qui agira directement sur une dynamo logée à côté du moteur sur le plancher hexagonal.



Celle-ci actionnera directement une hélice ascensionnelle à axe vertical et donnera la force électro-motrice à deux autres dynamos à axe longitudinal, solidement logées dans chacun des cônes terminaux, sur l'axe desquels est calée directement une hélice de propulsion horizontale, à l'avant et à l'arrière.

Les avantages de ce dispositif sont considérables et évidents :

1° Très grande régularité de marche par l'électricité ;

2° Commande immédiate ou arrêt en tournant un commutateur ;

3° Suppression de tous arbres et courroies de transmission et de tous engrenages, cordages, poulies, etc.;

4° Organes de commandement réunis sur un petit tableau de distribution, directement sous la main du commandant qui observe en même temps ses instruments directeurs : baromètres, thermomètres, boussole, etc.

Comme la base des cônes est hermétiquement close, chaque dynamo est complètement isolée de tout dégagement gazeux provenant du fuseau intérieur.

Stabilité de l'appareil

Il suffit de jeter un coup d'œil sur l'ensemble pour se rendre compte que, d'une part, le centre de gravité est situé fort bas dans la nacelle ; que, d'autre part, les poids des deux dynamos et des hélices terminales forment deux composantes parallèles égales appliquées aux deux extrémités d'un fléau virtuel qui est le grand axe horizontal du système et qu'elles constituent ainsi un couple de rappel très puissant qui empêchera l'aéronef de s'enlever de l'avant ou de l'arrière. Ces conditions subsistant à toutes les hauteurs : l'équilibre est donc assuré.

J'ai maintenant à vous exposer par quels procédés on peut obtenir la stabilité à une hauteur voulue, c'est-à-dire l'équilibre en hauteur. Comme il a été dit plus haut, le grand facteur des variations en altitude est la température dont les variations sont dues à l'action et à l'inhibition intermittentes des radiations solaires pendant le jour, aux courants humides, froids ou chauds, au rayonnement nocturne, etc. ; pour y remédier il faut pouvoir, à volonté, combattre et compenser, soit l'échauffement, soit le refroidissement du gaz.

1° *Réchauffement du fluide intérieur*

Au moyen d'un dispositif approprié à cet effet nous pouvons utiliser la chaleur des produits d'explosion du moteur et au besoin celle d'un brûleur spécial à large surface, déterminant un courant ascensionnel d'air et de gaz chauds ayant une température d'au moins 50° qui, se mélangeant à la masse d'air comprise entre le fuseau et son enveloppe,

réchaufferont tout à la fois le gaz et l'air ambiant. En admettant pour ce brûleur 50 cm. de côté ou 25 d^{m2} de surface de grille de chauffe, une vitesse ascensionnelle de 8 m. par seconde, ce qui est peu, on constate que le brûleur débitera par seconde 2 ^{m3}, par minute 120 ^{m3} de gaz et d'air chauds à 50°, capables par conséquent d'élever 1.200 ^{m3} à 5° de plus. Et comme une variation d'un degré sur 1.000 ^{m3} donne une force ascensionnelle de 7 k. 5, nous aurons ainsi par minute sur 1.200 ^{m3} 45 kg. de force supplémentaire.

D'ailleurs, l'enveloppe externe du fuseau renfermant le gaz léger, lui constitue une excellente protection, tout à la fois contre les refroidissements et les réchauffements de cause externe; il y a entre lui et le ballon ordinaire la même différence qu'entre un homme vêtu et un homme nu se promenant en plein air. Exposé au soleil, notre homme se trouve bien, se dilate; exposé à l'ombre, il a la chair de poule, se contracte, se ratatine; il en est de même du ballon ordinaire, très susceptible, parce qu'il est nu. Toute précaution doit être prise pour empêcher le contact entre la flamme et le gaz inflammable.

2° *Refroidissement du fluide intérieur*

Sachant obvier au refroidissement, nous combattrons l'échauffement trop rapide, au moyen d'un ventilateur capable d'injecter de l'air extérieur plus froid dans la chambre à air intermédiaire; ce procédé nous servira aussi à opérer et à faciliter la descente, puisqu'il permet, en augmentant la densité du ballon, de réduire à zéro la force ascensionnelle et même de la rendre négative. En fait notre système représente l'union solidaire du ballon à gaz et de la Montgolfière perfectionnée, à double effet, permettant à volonté le réchauffement ou le refroidissement des fluides aériens et gazeux renfermés. Il justifie donc son titre :

AÉROSTAT MIXTE A DENSITÉ VARIABLE ET A VOLUME CONSTANT INDÉFORMABLE

Réponse aux objections

Les deux seules objections qui nous aient été faites sont les suivantes :

1° Votre appareil est trop lourd à construire ;

2° Votre brûleur provoquera l'inflammation du gaz et l'explosion du ballon.

Je répondrai d'abord à la seconde et ensuite à la première, en discutant les poids et le volume que nécesssite la réalisation du projet.

1° *Objection d'inflammabilité*

Les produits de combustion du moteur sont, par eux-mêmes, ininflammables, inexplosibles, par ce fait même qu'ils sont déjà explosés, enflammés ; nous utilisons seulement leur chaleur résiduelle.

Le danger d'explosion provient donc seulement du brûleur à courant aérien ascendant. L'air échauffé au passage, ainsi que les produits de combustion CO, CO^2 et vapeur d'eau sont, par eux-mêmes, sans aucun danger ; pour qu'il y ait danger, il faut qu'il puisse se produire au contact de la flamme du brûleur un mélange explosif détonant formé par l'air et le gaz échappé du ballon. Or, remarquons d'abord que le brûleur est sur le plancher inférieur de la nacelle, qu'il détermine un courant ascendant ; remarquons ensuite que le gaz léger, hydrogène ou autre, a, de par sa densité moindre, une tendance invincible à s'échapper par en haut et non par en bas ; c'est tellement vrai que dans les ballons sphériques on ne se donne même pas la peine de fermer le tube d'introduction du gaz, situé à la partie inférieure du ballon. Donc, s'il y a fuite de gaz par défaut d'imperméabilité, ce gaz, déjà éloigné du brûleur, repoussé par le courant ascendant, ne pourrait que s'accumuler à la partie supérieure de l'enveloppe. Or, celle-ci n'est pas imperméable au gaz, mais à l'eau seulement, par son immersion dans un bain d'huile. Il serait vraiment extraordinaire que ce gaz, qui aurait traversé la paroi imperméable du fuseau, ne traverse pas celle non imperméable de l'enveloppe et que, contrairement à la loi des densités, il descende au lieu de monter. Non, en vérité ! il n'y aurait du danger qu'en cas de projection gazeuse ou de rupture totale du fuseau, rupture qui ne saurait se produire *sans un excès de tension du gaz interne*, cas

improbable avec une faible élévation de température, surtout en ayant, comme d'habitude, la précaution de ne gonfler qu'incomplètement le ballon au départ et de le munir de soupapes automatiques latérales.

Objection de poids

Pour y répondre, il nous faut démontrer par le calcul que notre système est réalisable dans les dimensions déjà utilisées par d'autres aéronautes. Je me propose de donner à mon appareil les dimensions suivantes : Grand axe longitudinal 50 mètres. Diamètre 15 mètres. Le volume total du fuseau intérieur sera de 6.000 mètres cubes en nombre rond.

La surface du fuseau est de 1.554 mètres carrés.

Celle de l'enveloppe lui est supérieure d'un tiers, soit 2.072 mètres carrés.

Le poids du fuseau par mètre carré en toile de coton très serrée, résistant à une traction de 1100 kilogs par mètre, avec quatre couches de vernis est de 250 grammes ; celle de l'enveloppe huilée de 100 grammes, ce qui nous donne d'une part 610 kilogrammes. En résumé, j'obtiens pour l'ossature en tubes d'acier et tous les raccords, les moteurs, le brûleur, les hélices, les pieds, etc., un poids total de 3.250 kilogrammes, dont je pourrais vous donner le détail, si je ne craignais de lasser votre patience et d'avoir l'air de jongler avec les chiffres. Majorons ce poids calculé de 25 0/0 et nous trouvons 4.075 kilogrammes.

Or, le volume d'air déplacé par le fuseau étant de 6 000 mètres cubes, le poids de cet air à la surface et jusqu'à 3 ou 400 mètres variera entre 6.000×1 k 250 et 6.000×1 k.100, c'est-à-dire entre 7.500 k. et 6.600 k. Le poids d'un mètre cube d'hydrogène étant de 100 grammes pratiquement, le poids total sera 600 kilogrammes qui, ajoutés au poids matériel feront 4 675 kilogrammes, ce qui nous laisse une marge de 2.000 à 2.800 kilogrammes. Il est donc suffisant de gonfler le fuseau aux 4/5 de son volume total pour avoir une force ascensionnelle de quelques centaines de kilogrammes, ce qui permettra d'emmener 3 à 4 personnes et de tirer de cet appareil tout le parti que je vous ai fait entrevoir.

Dr Mora.

Orazier


0 013 525 421 6